大阪港北港南地区港湾工事における高圧噴射攪拌工法（GEOPASTA 工法）の改良体特性

国土交通省近畿地方整備局 大阪港湾・空港整備事務所　非会員　大西　正夫
ケミカルグラウト㈱　正会員　○玉野　亮人
ケミカルグラウト㈱　非会員　諸田　隆行
鹿島建設㈱　正会員　田中　俊行

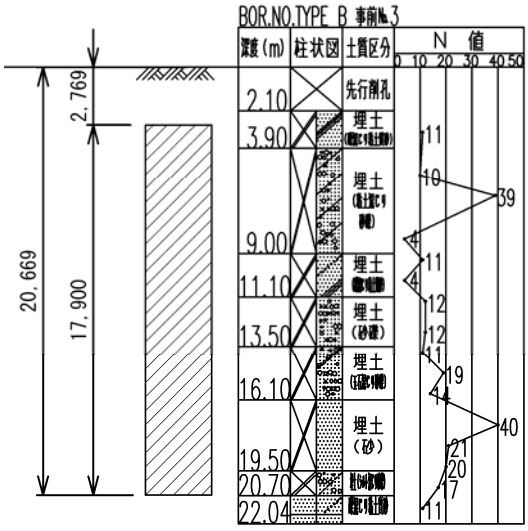
１．まえがき

「大阪港北港南地区岸壁（-15m）（C-11）改良工事」は，現在稼動中のコンテナターミナルの液状化による被害を防止することを目的として，高圧噴射攪拌工法により液状化対策を行ったものである．高圧噴射攪拌工法のうち GEOPASTA 工法は，地盤の液状化防止を目的とし，固化材を地盤中に混合攪拌して地盤を固化するものであり，地盤固化に必要な最小量の固化材で，短い工期で改良体を造成できる工法である[1)2)]．

本報告は，GEOPASTA 工法で造成された改良体の室内試験（一軸圧縮試験・超音波速度測定）から得られた改良体特性について述べる．

２．調査概要

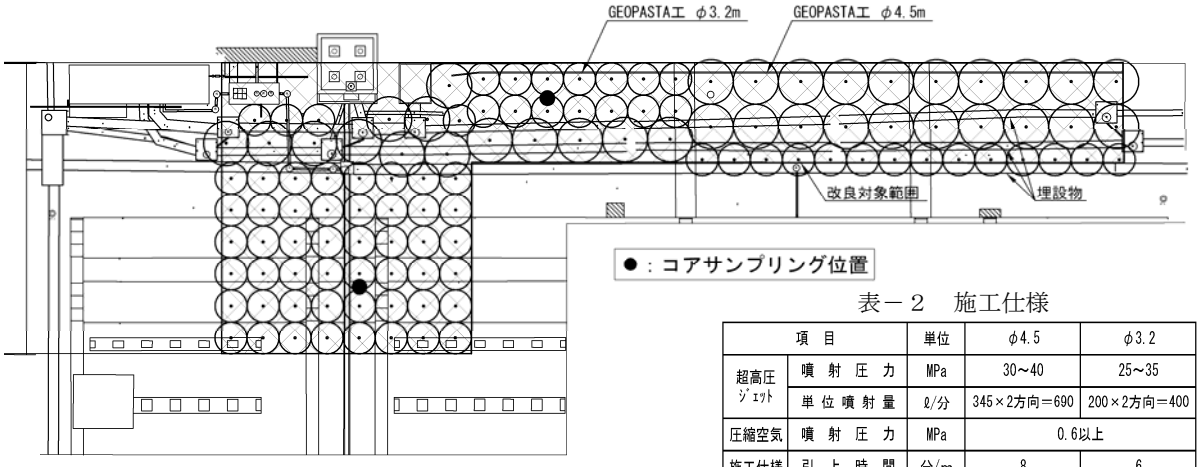
図－1 に地盤柱状図及び代表改良断面，表－1 に粒度分布を示す．改良対象地盤は GL－2.8～20.7m の 17.9m区間であり，N 値 10 前後の緩い埋戻し土（砂礫～玉石混砂礫を主体）で構成されていた．粒度分布は不均一ながら礫分が卓越し，玉石・コンクリート（改良土）ガラ等が点在していた．図－２に平面図，表－２に施工仕様を示す．改良体は，経済性を考慮して改良率 α =78.5%の接円配置を基本にし，埋設物と干渉しないように改良径 φ3.2mと φ4.5mの２タイプを併用した配置とした．コアサンプリングは図中●の位置で実施し，採取したコアで一軸圧縮試験や超音波速度測定を行った．



図－１　地盤柱状図及び代表改良断面

表－１　粒度分布及び粒径

礫分 (2～75mm)	27.0～52.0 %
砂分 (0.075～2mm)	37.47～61.2 %
シルト分 (5～7.5μm)	4.2～8.2 %
粘土分 (5μm未満)	3.4～10.7 %
50%粒径D_{50}	1.002～2.441 mm
10%粒径D_{10}	0.0037～0.0981 mm



図－２　平面図

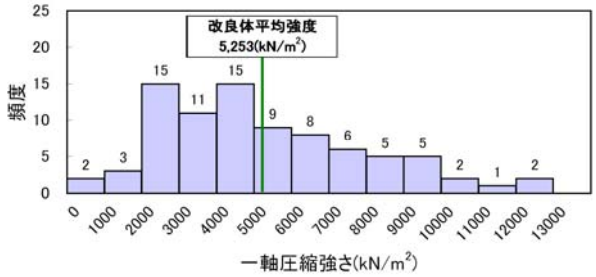
表－２　施工仕様

項目		単位	φ4.5	φ3.2
超高圧ジェット	噴射圧力	MPa	30～40	25～35
	単位噴射量	ℓ/分	345×2方向＝690	200×2方向＝400
圧縮空気	噴射圧力	MPa	0.6以上	
施工仕様	引上時間	分/m	8	6

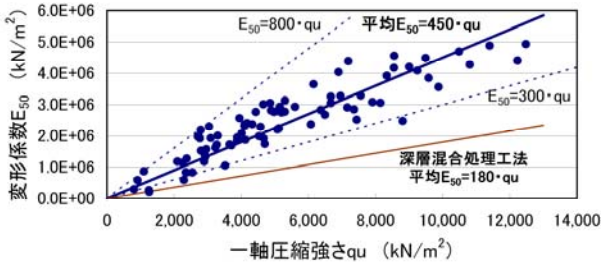
キーワード　液状化対策，高圧噴射攪拌工法，一軸圧縮試験，超音波速度測定
連絡先　〒105-0001　東京都港区虎ノ門 2-2-5 共同通信会館　ＴＥＬ03-5575-0479

表－３　一軸圧縮試験結果

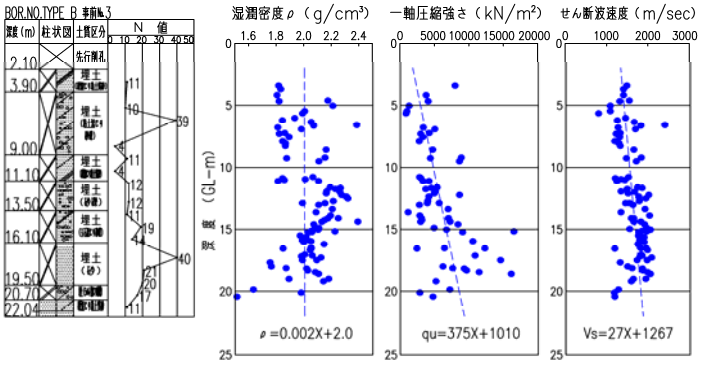
個　数	84　個
平均強度	5,253　kN/m^2
標準偏差	2,730　kN/m^2
変動係数	52　%
最小値	803　kN/m^2
最大値	12,477　kN/m^2



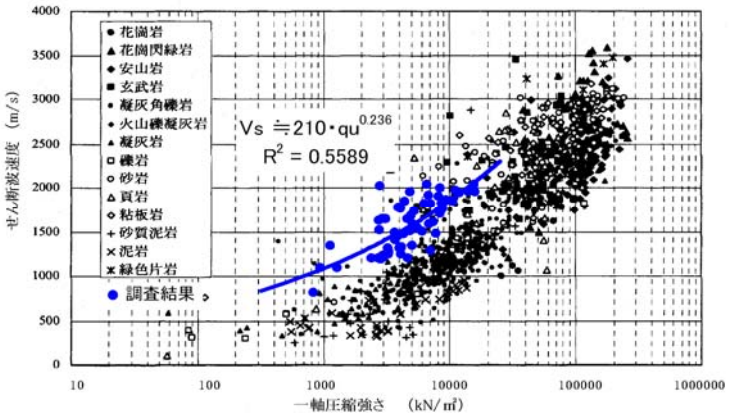
図－３　一軸圧縮強さのヒストグラム



図－４　一軸圧縮強さと変形係数 E_{50} の関係



図－５　各値の深度分布図



図－６　一軸圧縮強さとせん断波速度の関係[文献 3) に加筆]

３．改良体の力学特性

表－３に一軸圧縮試験から得られた平均一軸圧縮強さ・標準偏差・変動係数を，図－３に一軸圧縮強さのヒストグラムを示す．平均強度 qu＝5,253 kN/m² ・標準偏差 2,730 kN/m² ・変動係数 52%を示し，最小改良強度は qu_{min} ＝803 kN/m² の結果が得られ，一般的な液状化対策として要求される qu＝100 kN/m² を十分満足した．しかし，埋戻し土である原地盤の性状のばらつきが大きいことから，変動係数は，従来の高圧噴射攪拌工法の 45%前後 [4]，機械式攪拌深層混合処理工法の 20～45%程度 [5] よりも若干大きな値を示した．図－４に一軸圧縮強さと変形係数 E_{50} の関係を示す．本工法は E_{50}≒450・qu（300～800・qu）となり，機械式攪拌深層混合処理工法の関係 E_{50}≒180・qu[6] より大きい数値を示した．図－５にコアサンプリングした供試体の湿潤密度，一軸圧縮強さ，超音波速度測定から得られたせん断波速度の深度分布を示す．一軸圧縮強さ及びせん断波速度は，深度が深いほど値が大きくなる傾向がみられた．一方で，湿潤密度は深度に関係なくほぼ一定の値を示した．それは，浅い深度では礫分や玉石等が卓越していたため，強度に比べて密度が高くなっていたと想定される．図－６に一軸圧縮強さとせん断波速度の関係を示す．改良体のせん断波速度は，一軸圧縮強さの増加に伴って大きくなる傾向にあり，一般的な岩石と同様な傾向が認められた．

４．まとめ

GEOPASTA 工法の現場コアの改良体特性について室内試験で調べた結果，一軸圧縮強さにばらつきはあるものの液状化対策として要求される qu＝100 kN/m² を十分満足することがわかった．また，一軸圧縮強さとせん断波速度の関係は一般的な岩石と同様な傾向を示すことがわかった．今後は他の地盤での改良体特性のデータ蓄積を行うとともに，原位置のせん断波速度を用いた改良地盤の全体評価についても取り組んでいく予定である．

参考文献

1)GEOPASTA 研究会：GEOPASTA 技術・積算資料, 2009. 2)高橋正光, 舘下和行, 粂川政則, 菅野高弘, 中澤博志：ジオパスタ（GEOPASTA）工法を用いた液状化対策の効果確認，第 8 回空港技術報告会，国土交通省航空局，2007．3)地盤工学会：設計用地盤定数の決め方－岩盤編－, pp2-4, 2007. 4)柴崎光弘，太田想三，久保弘明：分かりやすい土木技術 ジェットグラウト工法，pp28-29，1983. 5)日本建築センター：改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針，p38，2002．6)日本建築学会：建築基礎のための地盤改良設計指針案，p80，2002.